

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования  
«Полоцкий государственный университет»

А. Л. Адамович

# ИНЖЕНЕРНЫЕ СЕТИ И ОБОРУДОВАНИЕ

Методические указания  
к выполнению курсовой работы  
для студентов специальности 1-70 02 01  
«Промышленное и гражданское строительство»

Новополоцк  
ПГУ  
2008

УДК 696.6(075.8)  
ББК 38.2я73

Рекомендовано к изданию методической комиссией  
радиотехнического факультета в качестве методических указаний  
(выписка из протокола № 7 от 15.09.2007)

Кафедра конструирования  
и технологии радиоэлектронных средств

Рецензенты:

канд. техн. наук, доц., зав. каф. конструирования

и технологии радиоэлектронных средств Ю. Г. ГРОЗБЕРГ;

канд. техн. наук, ст. преп. каф. строительного производства И. П. ШЕВЕЛЕВ

## **1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

### **1.1. Назначение и порядок проектирования электроснабжения строительства**

Электроснабжение строительства предназначено для обеспечения электрической энергией силовых и технологических потребителей, внутреннего и наружного рабочего освещения объектов строительства, участков производства строительно-монтажных работ.

Раздел проектирования электроснабжения строительства является одним из заключительных разделов проекта производства работ (ППР) на строительство и его составной частью.

В разделе ППР по электроснабжению обосновываются решения по устройству электрических сетей на строительной площадке, освещению, охране труда. Исходными данными при проектировании электроснабжения строительства служат данные ППР: строительный генеральный план (СГП) с указанными на нем потребителями электроэнергии, границами опасных и охранных зон, временными зданиями и сооружениями, автодорогами и т.п., перечень строительных машин и механизмов с паспортными данными и графики их работы на период строительства, проект постоянного электроснабжения.

Проект электроснабжения строительной площадки разрабатывается в следующей последовательности:

- на основании данных ППР и СГП выявляются потребители электроэнергии, места их расположения и определяются их потребляемые мощности;
- решаются вопросы рабочего освещения стройплощадки;
- рассчитывается полная (пиковая) мощность, потребляемая строительной площадкой в период полной загрузки;
- выбирается источник электроснабжения;
- на СГП располагаются источник электроснабжения, силовые и осветительные сети, инвентарные электротехнические устройства, заземлители;
- рассчитывается сечение электрических кабелей, выбирается конструктивное исполнение электросетей.

### **1.2. Общие методические указания**

Целью курсовой работы является приобретение студентами навыков проектирования электроснабжения строительства, расчета рабочего освеще-

щения на строительной площадке, принятия и обоснования решений по устройству и организации электрических сетей на территории строительной площадки, составления соответствующей проектной и рабочей документации, а также разработки мероприятий по обеспечению электробезопасности в строительстве.

Курсовая работа выполняется студентом самостоятельно по вариантам в соответствии с выданным индивидуальным заданием с перечнем вопросов, подлежащих разработке, и исходными данными, в которые входят: план строительной площадки, с размещенным на нем строительным оборудованием и машинами, временными постройками, перечень и характеристики строительного оборудования, машин и других объектов на стройплощадке, требующих подвода электроэнергии и т.д.

Численные расчеты рекомендуется выполнять в средах Mathcad, Microsoft Excel и т.п. Для выполнения графической части курсовой работы рекомендуется использовать редакторы векторной графики Autocad, Corel Draw, Microsoft Visio и т.п.

Необходимыми литературными источниками для выполнения курсовой работы, подготовки ответов на контрольные вопросы и к защите курсовой работы являются нормативные документы [1 – 7], а также учебная и справочная литература [8 – 11].

## **2. ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ И ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ**

### **2.1. Общие требования к оформлению пояснительной записки курсовой работы**

Общие требования к содержанию и составу пояснительной записки курсовой работы приведены в индивидуальном задании на курсовую работу, выдаваемом преподавателем.

Пояснительная записка должна быть выполнена на стандартной белой бумаге формата А4 с одной стороны листа.

При выполнении пояснительной записки должны быть установлены стандартные поля по СТБ 6.38-95: левое – 30 мм, правое – не менее 8 мм, верхнее и нижнее – не менее 20 мм.

Пояснительная записка должна быть выполнена одним из следующих способов (в соответствии с ГОСТ 2.105-95):

– с применением печатающих и графических устройств вывода ЭВМ (ГОСТ 2.004) – шрифтом Times New Roman Cyr черного цвета с высотой 14 пт, через полтора интервала:

– рукописным – чертежным шрифтом по ГОСТ 2.304-81 с высотой не менее 2,5 мм, черными чернилами (пастой, тушью).

Абзацы в тексте начинают отступом 15 – 17 мм, одинаковым по всему тексту.

Для выполнения и оформления пояснительной записки курсовой работы рекомендуется использовать текстовые редакторы Microsoft Word либо Open Office, а также редакторы формул Microsoft Equation или Math Type.

## **2.2. Построение пояснительной записки курсовой работы**

Текст основной части пояснительной записки разделяют на разделы, подразделы и пункты. Разделы (подразделы) могут состоять из одного или нескольких подразделов (пунктов). Разделы, подразделы и пункты оформляются в соответствии с ГОСТ 2.105, раздел 4.

Разделы нумеруются арабскими цифрами без точки в пределах всей пояснительной записки дипломного проекта (дипломной работы) и записываются с абзацного отступа.

Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номеров раздела и подраздела, разделенных точкой (например: 1.1). В конце номера подраздела точка не ставится.

Пункты нумеруются в пределах подраздела. Номер пункта состоит из номеров подраздела и пункта, разделенных точкой (например: 1.1.1).

Внутри пунктов могут быть приведены перечисления. Перед каждой позицией перечисления следует ставить тире или, при необходимости ссылки в тексте пояснительной записки на одно из перечислений, строчную букву, после которой ставится скобка. Для дальнейшей детализации перечислений необходимо использовать арабские цифры, после которых ставится скобка, а запись производится с отступом. Например:

- а) \_\_\_\_\_;
- б) \_\_\_\_\_:
  - 1) \_\_\_\_\_;
  - 2) \_\_\_\_\_;
- в) \_\_\_\_\_.

Каждый пункт и перечисление записывают с абзацного отступа.

Разделы и подразделы должны иметь заголовки. Пункты, как правило, заголовков не имеют. Заголовки должны четко и кратко отражать содержание разделов, подразделов.

Переносы слов в заголовках не допускаются. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой.

Заголовки разделов следует писать прописными буквами с абзацного отступа. Заголовки подразделов следует писать, начиная с прописной буквы строчными буквами, с абзацного отступа. Точка в конце заголовка раздела, подраздела не ставится, название не подчеркивается.

Расстояние между заголовком и текстом при выполнении пояснительной записки машинным способом должно быть равно 3 – 4 интервала, при выполнении рукописным способом – 15 мм. Расстояние между заголовками раздела и подраздела – 2 интервала, при выполнении рукописным способом – 8 мм.

Каждый раздел пояснительной записки рекомендуется начинать с нового листа.

Нумерация страниц пояснительной записки и приложений, входящих в ее состав, должна быть сквозная.

Первой страницей пояснительной записки является титульный лист (прил. А). Номера страниц на титульном листе, задании не ставятся, но включаются в общую нумерацию страниц.

Страницы пояснительной записки нумеруются арабскими цифрами, проставляемыми в правом верхнем углу страницы.

В состав пояснительной записки входит структурный элемент «Содержание», которое включает введение, номера и наименования разделов и подразделов основной части, заключение, список использованных источников и приложения с указанием номеров страниц.

Структурный элемент «Список использованных источников» выполняется в порядке упоминания источников в тексте и может (при необходимости) содержать отдельной рубрикой список нормативных ссылок. Библиографические описания источников приводятся в соответствии с ГОСТ 7.1 и ГОСТ 7.82.

Заголовки не основных структурных элементов «Содержание», «Введение», «Заключение» и «Список использованных источников» записывают симметрично тексту прописными буквами.

### **2.3. Изложение текста пояснительной записки курсовой работы**

При изложении текста пояснительной записки следует руководствоваться ГОСТ 2.105-95, раздел 4.

В тексте пояснительной записки, за исключением формул, таблиц и рисунков не допускается:

- применять обороты разговорной речи, техницизмы и профессионализмы, произвольные словообразования;
- сокращать обозначения физических величин, если они употребляются без цифр;
- применять математический знак минус – перед отрицательными значениями величин следует писать слово «минус»;
- применять знак диаметра – для обозначения диаметра следует писать слово «диаметр»;
- применять без числовых значений математические знаки, а также знаки «номер» и «процент»;

Числовые значения величин с обозначением единиц физических величин и счета следует писать цифрами, а числа без обозначения единиц физических величин и счета от единицы до девяти – словами. Остальные требования к записи числовых значений величин, степени точности и пределов их изменений – в соответствии с ГОСТ 2.105-95, раздел 4.

Формулы и уравнения в тексте пояснительной записки следует оформлять в соответствии с ГОСТ 2.105-95, раздел 4.

Пояснения символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, если они не пояснены ранее в тексте, должны быть приведены непосредственно под формулой. Пояснения каждого символа следует давать с новой строки в той последовательности, в которой символы приведены в формуле. Первая строка пояснения должна начинаться со слова «где» без двоеточия после него.

Например:

Плотность каждого образца  $\rho$ , кг/м<sup>3</sup>, вычисляют по формуле:

$$\rho = \frac{m}{V}, \quad (1)$$

где  $m$  – масса образца, кг;  
 $V$  – объем образца, м<sup>3</sup>.

Формулы, следующие одна за другой и не разделенные текстом, разделяют запятой.

Формулы должны нумероваться в пределах раздела арабскими цифрами, которые записывают на уровне формулы справа в круглых скобках. Номер формулы состоит номера раздела и порядкового номера формулы, разделенных точкой, например, (3.2). Одну формулу обозначают – (1) или (3.1).

Ссылки в тексте на порядковые номера формул дают в скобках, например, «... в формуле (1)».

Ссылки на использованные литературные источники должны нумероваться арабскими цифрами по порядку упоминания в тексте и помещаться в квадратные скобки.

В пояснительной записке допускаются ссылки на разделы, подразделы и пункты самой пояснительной записки, например, «... согласно разделу 1».

## **2.4. Оформление приложений и иллюстраций пояснительной записки курсовой работы**

Материал, дополняющий текст пояснительной записки, допускается помещать в приложениях, которые оформляют как продолжение пояснительной записки.

Каждое приложение следует начинать с нового листа с указанием наверху посередине страницы слова «Приложение» и его обозначения.

Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично тексту с прописной буквы отдельной строкой.

Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, или латинского алфавита.

Если в пояснительной записке одно приложение, оно обозначается «Приложение А».

В тексте пояснительной записки дипломного проекта (дипломной работы) на все приложения должны быть даны ссылки, например, «... в приложении А». Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте.

Все приложения должны быть перечислены в содержании курсовой работы с обозначениями и наименованиями.

Для пояснения текста могут быть приведены иллюстрации, которые следует располагать возможно ближе к соответствующим частям текста.

Иллюстрации следует нумеровать в пределах раздела арабскими цифрами. Номер рисунка состоит из номера раздела и порядкового номера рисунка, разделенных точкой, например, «Рисунок 3.2». Если рисунок один, то он обозначается «Рисунок 1» или «Рисунок 3.1».

Иллюстрации каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения. Например, «Рисунок А.3».

При ссылках на иллюстрации следует писать «... в соответствии с рисунком 2».



Иллюстрации должны иметь наименование и, при необходимости, пояснительные данные (подрисуночный текст). Слово «Рисунок», номер и наименование помещают после рисунка и пояснительных данных (если имеются), например, «Рисунок 1 – Детали прибора».

Остальные требования к выполнению иллюстраций – в соответствии с ГОСТ 2.105, раздел 4.

## **2.5. Построение таблиц в пояснительной записке**

Таблицы применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей.

Таблицу, в зависимости от ее размера, помещают под текстом, в котором впервые дана ссылка на нее, или на следующей странице, при необходимости – в приложении. Допускается помещать таблицу вдоль длинной стороны листа.

Таблицы следует нумеровать в пределах раздела арабскими цифрами. Номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенных точкой, например, «Таблица 3.2». Если таблица одна, то она обозначается «Таблица 1» или «Таблица 3.1».

Таблицы каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения. Например, «Таблица А.3».

На все таблицы пояснительной записки дипломного проекта (дипломной работы) должны быть сделаны ссылки в тексте. При ссылках на таблицы следует писать: «... по таблице 2».

Слово «Таблица» с номером указывают один раз слева над первой частью таблицы.

Название таблицы, при ее наличии, должно отражать содержание, быть точным и кратким. Название следует помещать над таблицей сразу после номера таблицы.

Цифровой материал, как правило, оформляют в виде таблиц в соответствии с рис. 2.1.

При наличии небольшого по объему цифрового материала его целесообразно оформлять таблицей, а следует давать текстом, располагая цифровые данные в виде колонок.

Головка таблицы должна быть отделена линией от остальной части таблицы. Высота строк таблицы должна быть не менее 8 мм.

Заголовки граф и строк таблицы следует писать с прописной буквы, а подзаголовки граф – со строчной буквы, если они составляют одно предло-

жение с заголовком. В конце заголовков и подзаголовков таблиц точки не ставят. Заголовки и подзаголовки граф указывают в единственном числе.

Таблица	—					
	номер	наименование таблицы				
Боковик	Боковик (графа для заголовков)			Заголовки граф		
						Подзаголовки граф
						Строки
		Графы				

Рис. 2.1. Состав и оформление таблицы

Заголовки и подзаголовки граф, как правило, записывают параллельно строкам таблицы. При необходимости допускается перпендикулярное расположение граф заголовков.

Графу «Номер по порядку» в таблицу включать не допускается. При необходимости нумерации показателей, параметров или других данных порядковые номера следует указывать в первой графе (боковике) таблицы непосредственно перед их наименованием. Перед числовыми значениями величин и обозначением типов, марок и т.п. порядковые номера не проставляют.

Обозначение единицы физической величины, общей для всех данных в строке, следует указывать в той же строке после ее наименования, через запятую.

Числовое значение показателя проставляется на уровне последней строки наименования показателя. Значение показателя, приведенное в виде текста, записывают на уровне первой строки наименования показателя.

Остальные требования к построению и заполнению таблиц – в соответствии с ГОСТ 2.105-95, раздел 4.

## 2.6. Оформление графической части курсовой работы

Графическая часть курсовой работы должна выполняться на листах формата указанного в задании и в соответствии с требованиями действующих государственных стандартов (Единой системы конструкторской документации (ЕСКД), Системы проектной документации для строительства (СПДС) и др.).

В правом нижнем углу рабочего поля чертежа (схемы) должна размещаться основная надпись.

Шифр курсовой работы должен состоять из буквенного обозначения (КР – курсовая работа), номера зачётной книжки, вида обучения (ДО – дневное, ЗО – заочное обучение) и года выполнения курсовой работы, разделенных дефисами.

Остальные требования к содержанию и оформлению графической части курсовой работы – в соответствии с заданием.

### 3. УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАЗДЕЛОВ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

#### 3.1. Расчет мощности строительной площадки

**3.1.1 Определение потребляемых мощностей технологическими, производственными, силовыми машинами и механизмами и другими потребителями электроэнергии на строительной площадке**

По паспортным (справочным) данным (прил. Б) на технологические, производственные, силовые и другие потребители электроэнергии, задействованные в строительстве уточняются их потребляемые мощности  $P_{номр}$ , кВА.

Если в данных приведены паспортные мощности  $P_{наcn}$ , кВт, и коэффициенты мощности  $\cos \varphi$ , то потребляемые мощности  $P_{номр}$  определяются из выражения

$$P_{номр} = \frac{P_{наcn}}{\cos \varphi}. \quad (3.1)$$

#### 3.1.2. Расчет освещения строительной площадки

На строительной площадке должно обязательно предусматриваться **рабочее, аварийное и охранное** освещение. Рабочее освещение может быть **общее равномерное** (равномерное освещение всей строительной площадки) и **локализованное** (дополнительное освещение участков производства работ), которое предусматривается в дополнение к общему равномерному освещению.

Проектирование освещения строительных площадок состоит в определении необходимых норм освещенности, подборе и расстановке источников света, расчете потребной для их питания мощности.

### Расчет рабочего освещения

1. Определяются освещаемые площади,  $\text{м}^2$ :
  - для равномерного освещения – площадь всей строительной площадки;
  - для локализованного освещения – площадь участков производства работ.
2. Выбирается лампа и прожектор (прил. Б).
3. Определяются нормы освещенности  $E_n$ , лк, по ГОСТ 12.1.046-85:
  - для равномерного освещения –  $E_n = 2$  лк;
  - для локализованного освещения – определяется для конкретных участков производства работ и их вида.
4. Для каждого вида освещения определяется количество прожекторов  $n$  по формуле прил. 3 ГОСТ 12.1.046-85 (округляется в большую сторону). Коэффициент запаса выбирается из табл. 2 ГОСТ 12.1.046-85.
5. Определяется минимальная высота установки прожекторов на мачте по приложению 4 ГОСТ 12.1.046-85.
6. Определяются мощности  $P_{\text{потр}}$ , потребляемые прожекторными установками равномерного и локализованного освещения отдельно:

$$P_{\text{потр}} = nP_{\text{л}}, \quad (3.2)$$

где  $P_{\text{л}}$  – мощность лампы, кВт.

### Рабочее освещение: расчет внутреннего освещения

1. Определяется площадь освещаемого помещения,  $\text{м}^2$ .
2. Определяется норма наименьшей освещенности данного участка и вида работ  $E_n$ , лк, по ГОСТ 12.1.046-85.
3. Выбирается источник света (лампа и светильник) для внутреннего освещения (прил. Б).
4. Определяется количество светильников  $n$  по формуле прил. 3 ГОСТ 12.1.046-85 (округляется в большую сторону). Значение коэффициента  $m$ , учитывающего световую отдачу источника света, КПД светильников и коэффициент использования светового потока, принять 0,16 – 0,25.
5. Определяется мощность  $P_{\text{потр}}$ , потребляемая светильниками внутреннего освещения:

$$P_{\text{потр}} = nP_{\text{л}}, \quad (3.3)$$

где  $P_{\text{л}}$  – мощность лампы, кВт.

Результаты расчетов по п. 3.1.2 сводятся в табл. 3.1.

Расчет рабочего освещения

Таблица 3.1

№	Назначение освещения	Норма освещенности, не менее, $E_n$ , лк	Освещаемая площадь, $m^2$	Тип ламп	Мощность лампы, Вт	Тип (марка) прожекторов или светильников	Кол-во прожекторов или светильников	Потребляемая мощность, кВА
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Равномерное освещение строительной площадки							
2	Освещение открытого склада							
3	Внутренне освещение за- крытого склада							
4	...							

**Охранное и аварийное освещение.** Охранное освещение предусматривается в тех случаях, когда в темное время суток требуется охрана строительной площадки или участка производства работ. Для осуществления охранного освещения следует выделять часть светильников рабочего освещения. Охранное освещение должно обеспечивать на границах строительных площадок или участков производства работ горизонтальную освещенность 0,5 лк на уровне земли или вертикальную на плоскости ограждения.

Аварийное освещение должно быть предусмотрено в местах производства работ по бетонированию ответственных конструкций в тех случаях, когда по требованиям технологии перерыв в укладке бетона недопустим. Аварийное освещение на участках бетонирования железобетонных конструкций должно обеспечивать освещенность 3 лк, а на участках бетонирования массивов – 1 лк на уровне укладываемой бетонной смеси.

#### **Упрощенный расчет потребности строительной площадки в освещении по удельной мощности**

Затраты эл. мощности на освещение участков, мест производства работ и помещений могут быть определены упрощенно по известной удельной затрачиваемой мощности и площади освещаемой территории или участка (табл. 3.2).

Таблица 3.2

Мощность устройств освещения наружного и внутреннего

Назначение освещения	Средняя освещенность, лк	Удельная мощность на 1 м <sup>2</sup> площади, Вт
1	2	3
Территория строительства в районе производства работ	2	0,4
Главные проходы и проезды	3	5 кВт/км
Внутрипостроечные дороги	1	2,5 кВт/км
Охранное освещение	0,5	1,5 кВт/км
Аварийное освещение	0,2	0,7 кВт/км
Места производства механизированных земляных и бетонных работ	7	0,5 – 0,8
Монтаж сборных конструкций	20	2,4
Такелажные работы	10	2
Свайные работы	1,5	0,3
Открытые склады	8	0,8 – 1,2
Устройство кирпичной кладки	4	0,6 – 0,8
Бетонные и растворосмесительные узлы	10	5
Мастерские	45	13
Закрытые склады	20	8
Канторы, рабочие комнаты	–	10 – 15
Помещение для приема пищи	–	8 – 10
Гардеробные и душевые	–	8 – 10
Помещения для обогрева рабочих	–	8 – 10
Санитарные узлы	–	8 – 10

### 3.1.3. Расчет полной мощности строительной площадки

1. На основе календарного графика работы потребителей и значений их потребляемых мощностей определяются потребляемые мощности строительной площадкой **для каждого периода (этапа) строительства**, для чего составляется таблица (табл. 3.3).

Таблица 3.3

График мощности строительной площадки

	Наименование потребителей	Потребл. мощность $P_{потр}$ , кВА	$P_{потр.пл.}$ , кВА			
			Этапы строительства			
			1 кв	2 кв	3 кв	4 кв
1	2	3	4	5	6	7
1	Кран башенный ...					
2	...					
...	...					
9	Освещение открытого склада					
10	Общее равномерное освещение строительной площадки					
		ИТОГО:				

2. Составляется график электрической нагрузки (например, рис. 3.1).

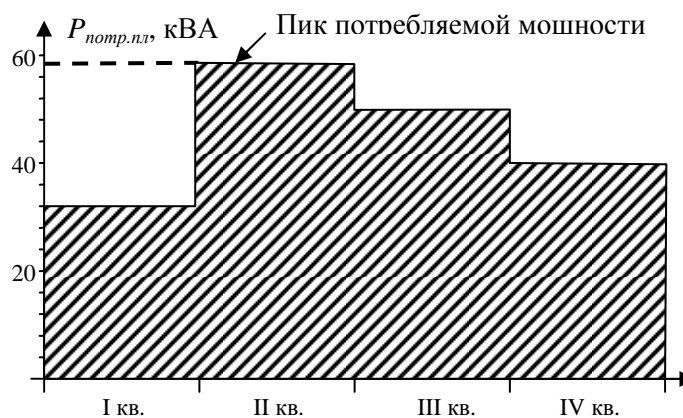


Рис. 3.1. Пример графика электрической нагрузки стройплощадки на период строительства

3. Суммарная электронагрузка строительной площадки  $S_{полн.пл.}$ , кВА, определяется для **этапа строительства с максимальной потребляемой мощностью** с учетом коэффициента спроса  $k_c$  потребителей (прил. Б) и потребляемой мощности каждого из потребителей, использующихся в этот период строительства:

$$S_{\text{полн.пл.}} = \alpha \sum (k_c \cdot P_{\text{потр.}}), \quad (3.4)$$

где  $\alpha$  – коэффициент учитывающий потери в сети, равный 1,05...1,1.

4. Потребная трансформаторная мощность  $S_{\text{тр.}}$ , кВА, определяется по выражению

$$S_{\text{тр.}} = k_m S_{\text{полн.пл.}}, \quad (3.5)$$

где  $k_m$  – коэффициент одновременности (совпадения максимумов нагрузок), принимается 0,75...0,85.

### 3.1.4. Выбор источника электроснабжения

Если имеется возможность питания от проходящей вблизи линии электропередачи, то используется **трансформаторная подстанция**, служащая для понижения напряжения линии электропередачи (6, 10 или 35 кВ) до рабочего напряжения строительных машин и механизмов (220 В и 380 В).

Если на строительной площадке имеются потребители I и II категории по степени надежности электроснабжения (табл. 3.4), то выбирается **двухтрансформаторная** подстанция для повышения надежности электроснабжения, чтобы при выходе из строя одного из трансформаторов другой смог бы обеспечить нагрузку строительной площадки.

Таблица 3.4

Характеристика потребителей электроэнергии на строительной площадке по степени бесперебойности электроснабжения

Характеристика согласно ПУЭ	Электропотребители	Порядок обеспечения электроснабжения
1	2	3
<b>I категория потребителей</b>		
Электроприемники, нарушение электроснабжения которых может повлечь за собой опасность для жизни людей, повреждение оборудования, массовый брак продукции, расстройство сложного технологического процесса и т.д.	Строительная площадка: водозаборы, насосные станции водоснабжения при наличии напорных резервуаров; насосные станции водоотлива и водопонижения; цементационные работы, шахтные пассажирские подъемники; <b>электрический прогрев бетона</b> ; подземные и туннельные работы	Должны обеспечиваться электроэнергией от двух независимых источников питания и перерыв их электроснабжения может быть допущен лишь на время автоматического ввода резервного питания. При небольшой мощности потребителей в качестве второго источника питания могут быть использованы передвижные электростанции, аккумуляторные батареи и т.д., а также перемычки на низшем напряжении от ближайшего пункта, имеющего независимое питание с автоматическим включением резерва



1	2	3
<b>II категория потребителей</b>		
Электроприемники, нарушение электроснабжения которых связан с массовым недоотпуском продукции, простоем рабочих, механизмов и промышленного транспорта и т.д.	Строительная площадка: <b>компрессорные воздушные установки</b> ; канатные дороги; <b>бетонное хозяйство</b> ; нефтебазы; земснаряды, гидромеханизация и станции перекачки к ним; <b>охлаждение бетона</b>	Допустимы перерывы электроснабжения на время, необходимое для включения резервного питания действиями дежурного персонала или выездной оперативной бригады. Допустимо питание электроприемников от одной воздушной линии напряжением 6кВ и выше. При питании электроприемников по кабелям допустимо питание одной линией, но расщепленной не менее чем на два кабеля, присоединенных через самостоятельные разъединители. При наличии централизованного резерва допустимо питание электроприемников одним трансформатором
<b>III категория потребителей</b>		
Все остальные электроприемники	Строительная площадка: базы электромонтажа, гидромонтажа, гидроспецстроя, арматурные мастерские, <b>бетоно- и растворосмесители</b> , плотничные и опалубочные мастерские, лесоцехи, <b>электрический прогрев грунта</b> , стройдворы, материальные склады	Допустимы перерывы электроснабжения на время, необходимое для ремонта или замены поврежденного элемента схемы электроснабжения, но не более 1 сут.

Если строительная площадка значительно отдалена от стационарного источника электроэнергии (например, линии электропередачи), то задействуют **автономные передвижные электростанции** (например, дизельные электростанции).

Выбор типа источника электроснабжения для данной стройплощадки в пояснительной записке необходимо обосновать. Например: «Для электроснабжения стройплощадки целесообразно использовать трансформаторную подстанцию, т.к. в качестве стационарного источника питания строительной площадки будет задействована существующая линия электропередачи напряжением 6 кВ, проходящая на расстоянии 28 м от стройплощадки» либо: «Для электроснабжения стройплощадки необходимо использовать дизельную электростанцию, т.к. отсутствует линия электропередачи».

Далее, выбирается конкретная марка источника электроснабжения (прил. Б) с мощностью  $S_{насп}$ , не меньшей чем рассчитанная полная мощность  $S_{тр.}$  в период строительства с максимальным энергопотреблением. В пояснительной записке приводится конкретная марка источника электроснабжения, расшифровка обозначения, краткое описание и массогабаритные показатели. Например: «Выбираем комплектную одно трансформаторную подстанцию наружной установки марки КТПН-100/6(10)/0.4, мощностью 100 кВА, напряжением 6 кВ на стороне ВН, напряжением 0,4 кВ на стороне НН, габаритными размерами 3960×2050×4550 мм».

При использовании трансформаторной подстанции в качестве источника электроснабжения необходимо заполнить **заявку на технологическое подключение** (прил. В). Такая заявка направляется в электросетевую организацию, к электрической сети которой планируется присоединение, для заключения договора технологического присоединения, получения индивидуальных технических условий и осуществления технологического присоединения энергопринимающего устройства Заказчика.

### **3.2. Устройство электрической сети стройплощадки и изображение электрических сетей на стройгенплане**

#### **3.2.1. Условные изображения элементов сетей на стройгенплане**

Схемы электроснабжения потребителей стройплощадки бывают радиальные (разомкнутые), кольцевые (замкнутые) и смешанные.

Преимущество радиальной сети – в возможности ее развития участками по мере потребности. Преимущество кольцевой системы – надежность двухстороннего питания. При выходе из строя одного из ТП или участка сети снабжение осуществляет неповрежденный участок. Недостатки – дополнительный расход проводов. Объекты I категории обязательно запитывается по кольцевой системе. На практике часто применяют схемы смешанного типа.

Схемы электроснабжения (распределения электроэнергии на строительной площадке) представляют собой различные сочетания питающих линий: **магистральных и радиальных**.

**Радиальные** линии предназначены для передачи электроэнергии отдельному электроприемнику или потребителю по отдельной питающей линии, идущей от трансформаторной подстанции или распределительного пункта.

**Магистральные** линии предназначены для передачи электроэнергии к нескольким распределительным пунктам или к электроприемникам, присоединенным к линии в разных точках.

В общем комплексе электроснабжения строительных площадок следует применять **комбинированные** схемы – магистральные и радиальные: распределение электроэнергии между участками объекта осуществляется магистральными линиями, каждая из которых питает ряд распределительных пунктов (щитов), а от этих пунктов к электроприемникам отходят радиальные линии. Другим вариантом комбинированной схемы (рис. 3.2) электроснабжения строительных площадок является распределение электроэнергии среди крупных потребителей по радиальным линиям, а среди мелких потребителей – по магистральным.

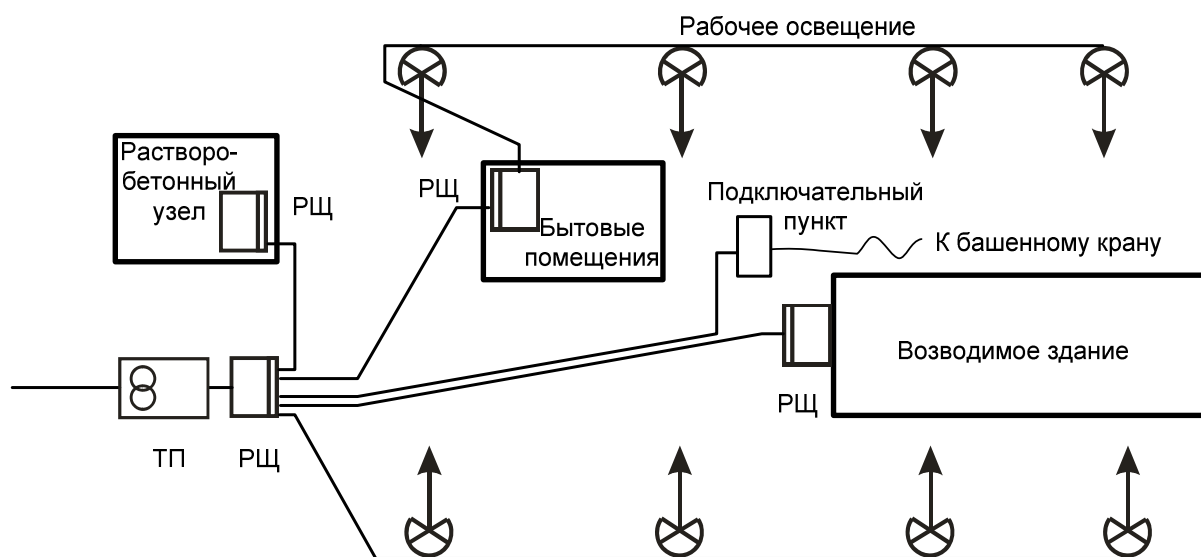


Рис. 3.2. Комбинированная схема электроснабжения строительной площадки:  
ТП – трансформаторная подстанция; РЩ – распределительный щит


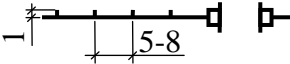
На СГП строящегося объекта с использованием условных обозначений наносятся питающие линии, источник силового электроснабжения, места расположения силовых распределительных щитов для подключения строительного оборудования и машин, сети электрического освещения с расстановкой источников рабочего, охранного и аварийного освещения, устройства контура заземления и т.д. (рис. 3.3). Кроме того, над основной надписью приводят перечень условных графических обозначений и используемые знаки безопасности, также размещают технико-экономические показатели, экспликацию и т.д.

Основные условные графические изображения (табл. 3.5) элементов электроснабжения и электрических сетей на стройгенпланах установлены ГОСТ 21.614-88 и ГОСТ 21.204-93.

Таблица 3.5

Условные изображения и обозначения элементов и сетей электроснабжения на планах

Изображение, обозначение	Наименование	Размеры, мм
1	2	3
	трансформаторная подстанция	по фактическим размерам с учетом масштаба плана
	трансформаторная подстанция с двумя трансформаторами	то же
	дизель-генератор	то же
	подключательный пункт	
	щиток рабочего освещения	
	инженерная сеть наземная на высоких опорах	
	деревянная опора	
	железобетонная	
	инженерная сеть, прокладываемая в траншее	
	инженерная сеть, прокладываемая по стене здания (сооружения)	
	проводка гибкая в металлорукаве, гибком вводе	
	прожектор рабочего освещения	
	заземлители, линия заземления и зануления	

1	2	3
	ограждение территории с воротами	
W1	электрическая сеть до 1 кВ	
W2	электрическая сеть более 1 кВ	

Размеры изображений приведены для чертежей, выполненных в масштабе 1:100. При выполнении изображений в других масштабах размеры изображений следует изменять пропорционально масштабу чертежа, при этом размер (диаметр или сторона) условного изображения электрооборудования должен быть не менее 1,5 мм.

### 3.2.2. Источник электроснабжения

На небольших строительных площадках часто размещают один источник электроснабжения, который питает все участки строительства. При выборе расположения источника на территории стройплощадки следует соблюдать требования:

- учитывать расстановку строительной техники;
- по возможности источник должен находиться в центре электрических нагрузок и как можно ближе к машинам, потребляющим наибольший ток. При этом протяженность сетей, масса проводов, их стоимость и потери в сети будут минимальными;
- источник не должен находиться в опасных зонах работы строительных машин и механизмов;
- к источнику должен быть обеспечен пожарный подъезд и доступ для включения, ремонта, снятия, замены и транспортировки тяжелых и крупногабаритных комплектующих частей;
- учитывать, что комплектные трансформаторные подстанции, посредством кабеля или воздушной линии электропередачи подключаются к источнику высокого напряжения энергосистемы, а также устанавливаются на фундаменте и заземляются;
- трансформаторную подстанцию следует размещать с таким расчетом, чтобы максимальное расстояние от наиболее удаленного потребителя не превышало 300 м.

### 3.2.3. Распределительные щиты и подключаемые пункты

Присоединение потребителей к источнику производится через распределительные щиты и подключаемые пункты, размещаемые по возможности в непосредственной близости от питаемого оборудования или машины.

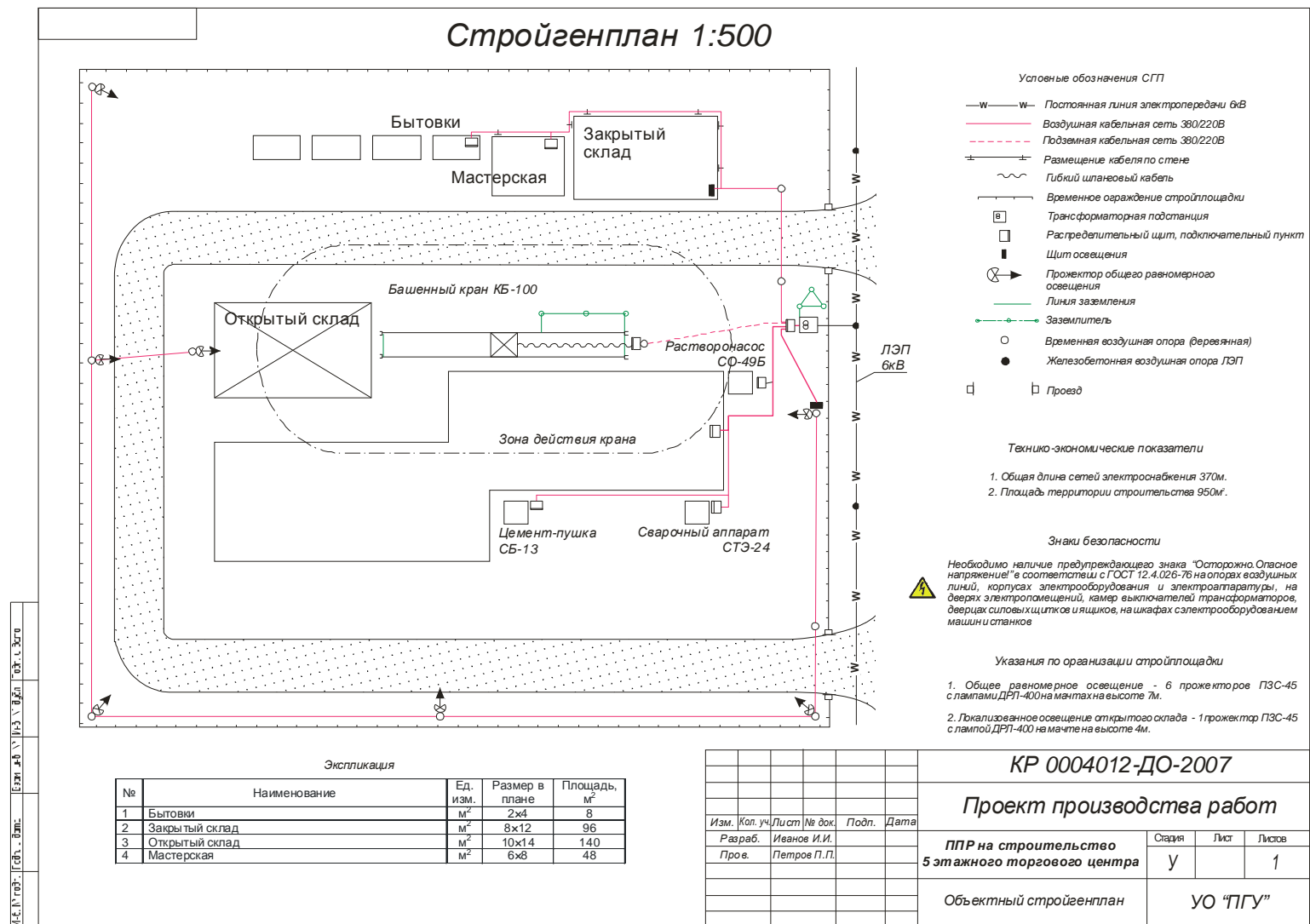


Рис. 3.3. Чертеж стройгенплана с сетями электроснабжения

Распределительные щиты для подвода электроэнергии в здания размещаются внутри. На открытом пространстве распределительные щиты удобно располагать на столбах линий электропередач или мачтах осветительных установок.

#### **3.2.4. Питающие сети**

Питающие сети стройплощадок, как правило, воздушные и выполняются проводами и кабелями, проложенными по опорам. В этом случае кабель подвешивается на тросе (если он не самонесущий).

Воздушные и также кабельные линии, проложенные по опорам, наиболее предпочтительны, т.к. обеспечивают максимальную мобильность сетей. Для устройства воздушных линий используются временные деревянные бревенчатые опоры длиной 7 – 9 м. Расстояние между столбами зависит от массы провода и прочности опор и составляет 25 – 40 м.

При протягивании воздушных линий необходимо стремиться к уменьшению количества опор. Целесообразно воздушные магистральные линии устраивать преимущественно вдоль проездов, что позволяет прокладывать их по мачтам наружного освещения строительной площадки, а также по возможности использовать столбы постоянной электросети или элементы сооружений.

В определенных условиях производства, когда такие воздушные и кабельные линии могут мешать работе строительных машин и проходят через зоны их действия (например, зоны действия крана) и проблематично провести кабель к потребителю по другому пути, необходимо использовать прокладку кабеля в земле (траншее). Для прокладки в земле применяются силовые бронированные кабели преимущественно с алюминиевыми жилами в алюминиевой оболочке. Глубина залегания кабелей при напряжении линии до 20 кВ должна быть не менее 0,7 – 1 м.

По ГОСТ 12.1.013-78 «Строительство. Электробезопасность» наружные электропроводки временного электроснабжения должны быть выполнены изолированным проводом, размещены на опорах на высоте над уровнем земли, пола, настила не менее, м:

- 2,5 – над рабочими местами;
- 3,5 – над проходами;
- 6,0 – над проездами.

Воздушные линии электропередачи должны быть удалены от строительных машин и других механизмов по горизонтали на следующие расстояния:

- 1,5 м – при напряжении до 1 кВ;
- 2 м – при напряжении 1 – 20 кВ;
- 4 м – при напряжении 35 – 100 кВ.

Сети, прокладываемые в одной траншее или на одной линии опор, допускается изображать одной линией, указывая виды сетей на полке линии-выноски.

Перед засыпкой траншеи с кабелем составляется **акт освидетельствования скрытых работ** (прил. В).

### **3.2.5. Питание подвижных машин**

От подключательных пунктов напряжение подводится гибким шланговым кабелем в усиленной резиновой оболочке на тросе к вводным ящикам подвижных механизмов (например, кранов, экскаваторов).

### **3.2.6. Рабочее освещение территории строительства**

Прожекторы общего равномерного освещения строительной площадки устанавливаются на мачтах от одного до нескольких прожекторов на мачте, которые располагаются по контуру строительной площадки на расстоянии друг от друга, равном 4 – 7 кратной высоты установки прожектора. По возможности необходимо стремиться к минимальному количеству мачт, а для установки прожекторов целесообразно использовать имеющиеся столбы временных линий или столбы постоянной электросети, объекты ландшафта, если их высота достаточна для установки прожекторов.

Прожекторы (светильники) локализованного освещения устанавливаются около соответствующих участков производства работ и могут монтироваться на зданиях, конструкциях или мачтах общего равномерного освещения.

### **3.2.7. Защитное заземление**

На СГП указывается места устройства заземления. Контур заземления изображается исходя из его конструкции: в ряд или по замкнутому контуру (треугольник, квадрат, прямоугольник), что выбирается в зависимости от удобства монтажа и используемой площади около заземляемого объекта.

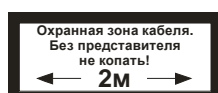
Заземление предусматривается для источника электроснабжения. Например, у каждой КТП устраивают заземляющий контур, к которому подсоединяют вывод нулевой точки трансформатора (глухозаземленная нейтраль трансформатора), а, следовательно, и нулевой провод сети.

Заземление предусматривается для рельсовых путей башенных кранов. В соответствии с требованиями ПУЭ рельсовые нити в обоих концах



пути, а также концы стыкуемых рельсов должны быть соединены между собой перемычками и присоединены к заземлителю (заземлены) в двух точках, образуя непрерывную электрическую цепь. После устройства заземления рельсового пути необходимо проверить сопротивление растеканию тока заземляющей системы, которое должно быть для крана, питающегося от распределительного устройства с глухозаземленной нейтралью, не более 10 Ом, с изолированной нейтралью – не более 4 Ом.

### 3.2.8. Информационные знаки. Знаки электробезопасности



Охранная зона кабеля. Без представителя не копать!

На строительном генеральном плане в соответствии с ГОСТ 12.1.013-78 «Строительство. Электробезопасность» наряду с обозначением опасных зон перемещения грузов подъемно-транспортным оборудованием вблизи строящегося здания или сооружения должны быть обозначены специальными информационными знаками и опасные зоны вблизи линий электропередач.

Согласно Приложению ПУЭ «Требования к информационным знакам и их установке» на знаке размещается следующая информация:

- для воздушной линии: «Охранная зона линии электропередач», значение расстояния от места установки знака до границы охранной зоны, стрелки в направлении границ охранной зоны;
- для кабельной подземной линии: «Охранная зона кабеля. Без представителя не копать!», значение расстояния от места установки знака до границы охранной зоны, стрелки в направлении границ охранной зоны.

При этом границы охранной зоны выбираются в зависимости от напряжения линии:

- 1,5 м – при напряжении до 1 кВ;
- 2 м – при напряжении 1 – 20 кВ;
- 4 м – при напряжении 35 – 100 кВ,

На территории информационные знаки устанавливаются в плоскости перпендикулярной к оси линии, на опорах на высоте 2,5 – 3 м для воздушных линий и на отдельных стойках на высоте 0,6 – 1 м для подземных кабельных линий.

На плане следует указать размещение знаков электробезопасности. В соответствии с ГОСТ 12.04.026-76 «Цвета сигнальные и знаки безопасности» знак «Осторожно. Электрическое напряжение» должен быть размещен на опорах воздушных линий, корпусах электрооборудования и электроаппаратуры, камер выключателей трансформаторов, сетчатых и сплош-

ных ограждениях токоведущих частей, расположенных в производственных помещениях, электротехнических панелях, дверцах силовых щитков и ящиков, шкафах с электрооборудованием различных машин и станков.



Осторожно. Электрическое напряжение

Внешний вид и наименование информационных знаков и знаков электробезопасности включаются в условные обозначения чертежа строительного плана под наименованием «Знаки безопасности».

### 3.3. Расчет внутриплощадочных электрических сетей

#### 3.3.1. Выбор силовых кабелей

Питание однофазных потребителей (220 В) осуществляется 2-жильным кабелем, для питания трехфазных потребителей на напряжение 380 В используется 3-жильный кабель, а на напряжение 380/220 В – 4-жильный кабель (три фазные жилы и одна нейтральная (нулевая) жила).

Также кабель выбирается по марке и условиям эксплуатации. Наиболее применимые на строительной площадке марки силовых кабелей при напряжении питания до 1 кВ представлены в табл. 3.6.

При напряжении 6 и 10 кВ применяют высоковольтные кабели:

- АВПБ, АВВБ – трех- и четырехжильные кабели в пластмассовой изоляции;
- АСБ – силовой бронированный, в алюминиевой или свинцовой оболочке, с алюминиевыми жилами, предназначенный для прокладки в траншеях;
- КШВГ и КШВГЛ – гибкие высоковольтные шланговые кабели с заземляющей жилой для питания подвижных машин в строительстве.

#### 3.3.2. Расчет номинального тока питания потребителей

Номинальный ток в жиле питающего кабеля  $I_n$ , А, для однофазного потребителя:

$$I_n = \frac{P_{номп}}{U}, \quad (3.6)$$

где  $P_{номп}$  – в ВА.

Номинальный ток в жиле питающего кабеля для трехфазного потребителя:

$$I_n = \frac{P_{номп}}{\sqrt{3}U}. \quad (3.7)$$

Таблица 3.6

Марка и характеристики применяемых в строительстве кабелей, шнуров и проводов

Марка	Краткая характеристика	Количество жил	Назначение
<b>Для питания передвижных (нестационарных) потребителей</b>			
ШРПС	шланговый шнур с медными жилами с резиновой изоляцией с заземляющей жилой	2 или 3	для питания переносных электроинструментов, сварочных трансформаторов и переносных светильников
КРПТ	шланговый кабель переносной тяжелый с медными жилами с заземляющей жилой с резиновой изоляцией.	2 или 3	для питания силовых строительных механизмов
ГТШ	гибкий шланговый кабель с медными жилами с усиленной резиновой оболочкой и заземляющей оплеткой	2, 3 или 4	для питания строительных машин в особо сырых местах
КГ, КГН	гибкие кабели силовые с медными жилами с резиновой изоляцией и оболочкой	2, 3 или 4	для питания передвижных механизмов
<b>Для питания стационарных потребителей</b>			
АРТ	провод с алюминиевыми жилами в резиновой изоляции с несущим тросом (самонесущий)	2, 3 или 4	для питания светильников, прожекторов, подвода электроэнергии к бытовкам, мастерским и т.п.
ВВГ	кабель с медными жилами с изоляцией и оболочкой из ПВХ при прокладке по опорам (столбам) на тросе	1, 2, 3 или 4	То же
АВВГ	кабель с алюминиевыми жилами с изоляцией и оболочкой из ПВХ при прокладке по опорам (столбам) на тросе	1, 2, 3 или 4	То же
ААБ	кабель с алюминиевыми жилами в оболочке, бронированный		для прокладки в траншее (в земле)

### 3.3.3. Выбор сечения кабелей

По соответствующим таблицам допустимых токов  $I_{доп}$ , приведенных в ПУЭ в зависимости от материала жилы (медь или алюминий), номинального тока  $I_n$  в жиле кабеля, материала изоляции (оболочки) кабеля, вида прокладки и количества жил, определяется минимально допустимое сечение жилы кабеля (ближайшее большее), чтобы  $I_{доп} \geq I_n$ .

Так, для шланговых кабелей и шнуров с медной жилой в резиновой изоляции и оболочке марок ШРПС, КРПТ, ГТШ, КГ, КГН минимальное сечение жил определяется по табл. 1.3.8 ПУЭ (прил. Б).

Для проводов, кабелей и шнуров с медными или алюминиевыми жилами марок АРТ, ВВГ, АВВГ, ААБ и т.п. минимальное сечение жил определяется по табл. 1.3.4 и 1.3.5 ПУЭ, либо по табл. 1.3.6 и 1.3.7 ПУЭ в зависимости от материала изоляции, наличия оболочки и брони.

Кроме того, при выборе сечения необходимо учитывать, что по условиям механической прочности согласно ПУЭ сечение медных жил не должно быть меньше  $2,5 \text{ мм}^2$ .

Маркировка кабеля состоит из его марки, количества жил и их сечения, например: ВВГ 3×25 – кабель марки ВВГ с медными жилами с изоляцией и оболочкой, трехжильный с сечением жилы  $25 \text{ мм}^2$ .

Для отражения результатов расчетов при выборе необходимых кабелей (проводов, шнуров) для подключения потребителей составляется соответствующая таблица по форме табл. 3.7. В таблице отражается количество жил выбираемых кабелей (проводов, шнуров), номинальный ток в жиле, минимальное сечение по ПУЭ и маркировка выбранных кабелей (проводов, шнуров).

Таблица 3.7

Токовые нагрузки, сечение и марка питающих кабелей по строительной площадке

№	Наименование потребителей	Кол-во жил силового кабеля	Номинальный ток, $I_n$ , А	Мин. доп. сечение жилы кабеля по ПУЭ, $\text{мм}^2$	Марка кабеля, кол-во жил×сечение
1	2	3	4	5	6
1	Кран башенный ...				
2	...				
...	...				
9	Освещение открытого склада				
10	Равномерное освещение стройплощадки				

### 3.4. Расчет контура искусственного защитного заземления

#### 3.4.1. Что такое защитное заземление

Защитное заземление – преднамеренное электрическое соединение с землей металлических нетоковедущих частей электроустановок, которые нормально не находятся под напряжением, но могут оказаться под ним (прежде всего, вследствие нарушения изоляции). При замыкании фазы на металлический корпус электроустановки он приобретает электрический потенциал относительно земли. Если к корпусу такой электроустановки прикоснется человек, стоящий на земле или токопроводящем полу (например, бетонном), он немедленно будет поражен электрическим током.

Посредством защитного заземления ток замыкания перераспределяется между заземляющим устройством и человеком обратно пропорционально их сопротивлениям. Поскольку сопротивление тела человека в сотни раз превышает величину сопротивления растеканию тока заземляющего устройства, через тело человека, прикоснувшегося к поврежденному заземленному оборудованию, пройдет ток, не превышающий предельно допустимого значения (10 мА), а основная часть тока уйдет в землю через контур заземления. При этом напряжение прикосновения на корпусе оборудования не превысит 42 В.

#### 3.4.2. Устройство заземления

На практике часто используются **естественные заземлители** (части коммуникаций, зданий и сооружений производственного или иного назначения), находящиеся в соприкосновении с землей. Это постоянные стальные трубопроводы, проложенные в грунте, обсадные трубы, металлические и железобетонные конструкции зданий и сооружений, имеющие соединения с землей.

При отсутствии естественных заземлителей должны применяться **искусственные заземлители**. В качестве искусственных заземлителей следует использовать переносные инвентарные заземлители, стержни из стальных труб или угловой стали. Стержни заземлителя можно располагать **в ряд** или **по замкнутому контуру**, т.е. в виде какой либо геометрической фигуры (треугольника, квадрата, прямоугольника), в зависимости от удобства монтажа и используемой свободной площади. Длина стержней заземлителя должна быть не менее 2,5 м. Стержни забиваются или закручиваются в предварительно отрытый приямок глубиной от 50 – 70 см, а выступающие из земли верхние концы соединяются сваркой внахлест полосой или прутком (рис. 3.4). Совокупность стержней, соединенных между собой полосой, образует **контур заземления**.

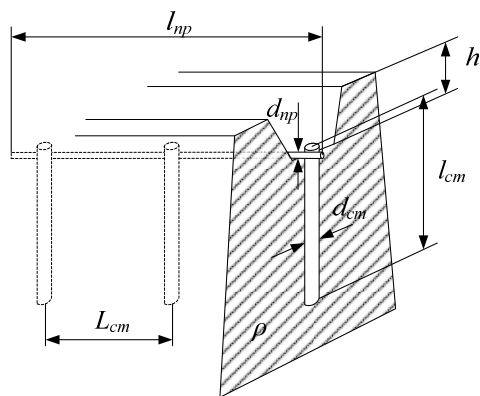


Рис. 3.4. Конструкция искусственного контура заземления

### 3.4.3. Защитное заземление источника электроснабжения

Источник электроснабжения может иметь заземление с глухозаземленной нейтралью или с изолированной нейтралью. Заземление с глухозаземленной нейтралью выполняется соединением с заземлителем нейтрали трехфазного силового трансформатора; заземление с изолированной нейтралью – присоединением к заземлителю корпуса источника электроснабжения без заземления нейтрали.

### 3.4.4. Защитное заземление башенных кранов

В соответствии с требованиями ПУЭ рельсовые нити в обоих концах пути, а также концы стыкуемых рельсов должны быть соединены между собой перемычками и присоединены к заземлителю (заземлены), образуя непрерывную электрическую цепь.

Заземление рельсового пути надлежит устраивать независимо от существующей системы электроснабжающей сети – глухозаземленной или изолированной нейтралью трансформаторов (генераторов).

При **глухозаземленной нейтрали** заземление осуществляется путем соединения металлоконструкций крана и рельсового пути с заземленной нейтралью через нулевой провод линии, питающей кран.

В этом случае для устройства заземления необходимо:

- проложить соединительный проводник между подключаемым пунктом крана и рельсовым путем (т.е. концы проводника к корпусу подключаемого пункта и рельсу). Корпус подключаемого пункта должен быть присоединен к нулевому проводу питающей линии;
- выполнить очаг заземления естественными или искусственными заземлителями и подсоединить его к рельсам.

При **изолированной нейтрали** заземление осуществляется путем подсоединения рельсов к заземляющему контуру питающей подстанции или путем устройства очага заземления.

Перед засыпкой траншеи необходимо составлять **акт освидетельствования скрытых работ** (прил. В).

После устройства заземления рельсового пути измеряется сопротивление растеканию тока заземляющей системы. Оно должно быть для крана, питающегося от распределительного устройства с глухозаземленной нейтралью, не более 10 Ом, с изолированной нейтралью – не более 4 Ом. Результаты измерения сопротивления заземляющей системы должны заноситься в **акт сдачи рельсового пути в эксплуатацию** (прил. В), который заполняется перед началом эксплуатации крана.

### 3.4.5. Расчет контура искусственного заземления

Параметры заземлителя (выбирается произвольно):

- диаметр стержней (трубы) заземлителя  $d_{cm} = 5 - 8$  см;
- длина стержней заземлителя  $l_{cm} = 2,5$  м;
- расстояние между стержнями  $L_{cm} = 2,5$  или 5 м;
- диаметр соединительного прута  $d_{np} = 1$  см;
- заглубление стержней и соединительного прута от поверхности земли  $h = 0,5 - 0,8$  м.

Требуемое сопротивление заземлителя растеканию тока  $R_{з.треб}$  согласно ПУЭ принимаем (при линейном напряжении 380/220 В):

- $R_{з.треб} = 4$  Ом для заземлителя ТП или генератора (глухозаземленная нейтраль);
- $R_{з.треб} = 10$  Ом для заземлителя крана (при глухозаземленной нейтрали трансформатора ТП или генератора).

Сопротивление одного стержня  $R_{cm}$ , Ом (размеры – в метрах):

$$R_{cm} = 0,366 \frac{K_{max} \rho}{l_{cm}} \left( \lg \frac{2l_{cm}}{d_{cm}} + \frac{1}{2} \lg \frac{4h' + l_{cm}}{4h' - l_{cm}} \right), \quad (3.8)$$

где  $K_{max}$  – повышающий коэффициент в зависимости от климатической зоны (табл. 3.8);

$\rho$  – удельное сопротивление грунта, Ом·м;

$h'$  – расстояние от поверхности земли, до середины стержня, м, определяется по выражению

$$h' = \frac{1}{2} l_{cm} + h. \quad (3.9)$$

Если сопротивление стержня  $R_{cm}$  меньше  $R_{з.треб}$ , т.е. удовлетворяются требования к заземлению, достаточно одного такого стержня для обеспечения надежного заземления и дальнейшие расчеты не проводятся.

Таблица 3.8

Приближенные значения повышающего коэффициента  $K_{max}$   
в зависимости от климатической зоны

Характеристика электрода	Климатические зоны			
	I	II	III	IV
При применении вертикальных стерж- ней длиной 2 – 3 м в глубине заложения их вершины 0,5 – 0,8 м	1,8 – 2	1,5 – 1,8	1,4 – 1,6	1,2 – 1,4

Предварительно определяется ориентировочное количество вертикальных стержней (округляется в большую сторону):

$$n'_{cm} = \frac{R_{cm}}{R_{з.треб}}. \quad (3.10)$$

Выбирается способ размещения стержней заземлителя: в ряд или по замкнутому контуру (в виде треугольника, прямоугольника и т.п.). Тот или иной способ размещения стержней выбирается исходя из имеющейся под заземлитель площади территории около заземляемого объекта и возможностей монтажа такого контура заземления в данной зоне. При числе стержней 2 их размещают в ряд.

Уточняется количество стержней  $n_{cm}$  (округляется обычным способом):

$$n_{cm} = \frac{n'_{cm}}{\eta_{эк.см}} \quad (3.11)$$

где  $\eta_{эк.см}$  – коэффициент экранирования стержня (табл. 3.9), в зависимости от выбранной конфигурации расположения стержней.

После расчета количества стержней заземлителя рассчитывают сопротивление заземлителя с учетом сопротивления соединительного прута связывающего стержни заземлителя.

Длина соединительного прута  $l_{np}$ , м:

$$l_{np} = 1,05 n_{cm} L_{cm}. \quad (3.12)$$

Сопротивление растеканию тока соединительного прута  $R_{np}$ , Ом:

$$R_{np} = 0,366 \frac{K_{max}}{l_{np}} \rho l g \frac{2l_{np}^2}{d_{np} h}. \quad (3.13)$$



Таблица 3.9

Коэффициент экранирования стержней заземлителя  $\eta_{\text{эк.ст}}$ 

Число стержней, $n'_{\text{ст}}$	Отношение расстояний между стержнями к их длине $L_{\text{ст}}/l_{\text{ст}}$					
	1	2	3	1	2	3
	стержни размещены в ряд			стержни размещены по контуру		
2	0,85	0,91	0,94	—	—	—
3	0,78	0,86	0,91	0,78	0,84	0,92
4	0,73	0,83	0,89	0,69	0,78	0,85
6	0,65	0,77	0,85	0,61	0,73	0,80
10	0,59	0,74	0,81	0,56	0,68	0,76
20	0,48	0,67	0,76	0,47	0,63	0,71
40	—	—	—	0,41	0,58	0,66

Окончательно определяется сопротивление всего заземлителя  $R_z$ , Ом, причем коэффициент экранирования стержня  $\eta_{\text{эк.ст}}$  в формуле определить заново из табл. 3.3 по уточненному количеству стержней  $n_{\text{ст}}$ :

$$R_z = \frac{1}{\left( \frac{\eta_{\text{эк.пр.}}}{R_{\text{пр}}} + \frac{n_{\text{ст}} \eta_{\text{эк.ст}}}{R_{\text{ст}}} \right)}, \quad (3.14)$$

где  $\eta_{\text{эк.пр.}}$  – коэффициент экранирования соединительного прута (табл. 3.10).

Таблица 3.10

Коэффициент экранирования соединительного прута  $\eta_{\text{эк.пр.}}$ 

Число стержней $n_{\text{ст}}$	Отношение расстояний между стержнями к их длине $L_{\text{ст}}/l_{\text{ст}}$					
	1	2	3	1	2	3
	стержни размещены в ряд			стержни размещены по контуру		
2	0,85	0,94	0,96	—	—	—
3	0,8	0,92	0,94	0,49	0,61	0,75
4	0,77	0,89	0,92	0,45	0,55	0,70
6	0,72	0,84	0,88	0,40	0,48	0,64
10	0,62	0,75	0,82	0,34	0,40	0,56
20	0,42	0,56	0,68	0,27	0,32	0,45
40	—	—	—	0,22	0,29	0,39

После расчета заземлителя необходимо убедиться, что  $R_z < R_{z.\text{треб}}$ , только в этом случае рассчитанный заземлитель обеспечит надежное заземление электроустановки. Если  $R_z$  значительно меньше  $R_{z.\text{треб}}$  ( $R_z < \frac{1}{2} \cdot R_{z.\text{треб}}$ ) или больше  $R_{z.\text{треб}}$ , то необходимо соответственно уменьшить либо увеличить количество стержней  $n'_{\text{ст}}$  и заново повторить расчеты, а затем снова проверить условие  $R_z < R_{z.\text{треб}}$ .

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Пчелкина, И.А. Правила устройства электроустановок (ПУЭ) / И.А. Пчелкина. – М.: Энергосервис, 2007. – 440 с.
2. Система стандартов безопасности труда. Строительство. Нормы освещения строительных площадок: ГОСТ 12.1.046-85. – Введ. 01.01.1986. – М.: Гос. ком. СССР по делам стр-ва, 1986. – 27 с.
3. Система проектной документации для строительства. Изображения условные графические электрооборудования и проводок на планах: ГОСТ 21.614-88. – Введ. 01.08.1988. – М.: Гос. строит. ком. СССР, 1988. – 15 с.
4. ГОСТ 21.204-93. СПДС. Условные графические обозначения и изображения элементов генеральных планов и транспорта. – М.: Изд-во стандартов, 1993.
5. Система стандартов безопасности труда. Строительство. Электробезопасность. Общие требования: ГОСТ 12.1.013-78. – Введ. 18.09.1978. – М.: Гос. ком. СССР по делам стр-ва, 1978. – 9 с.
6. Цвета сигнальные и знаки безопасности: ГОСТ 12.04.026-76. – Введ. 01.01.1978. – М.: Гос. ком. стандартов Совмина СССР. – 1978. – 23 с.
7. Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов: ПБ 10-382-00. – Минск: Энас, 2007. – 224 с.
8. ЕСКД Общие требования к текстовым документам: ГОСТ 2.105-95. – Введ. 01.07.1996. – РФ: Межгос. Совет по стандарт. метрологии и сертификации, 1996. – 30 с.
9. Дикман, Л.Г. Организация и планирование строительного производства / Л.Г. Дикман. – М.: Высш. шк., 1988. – 559 с.
10. Энергоснабжение строительства / В.Г. Сенчев [и др.]. – М.: Стройиздат, 1980. – 783 с.
11. Зайцев, В.Е. Электротехника. Электроснабжение, электротехнология и электрооборудование строительных площадок / В.Е. Зайцев, Т.А. Нестерова. – М.: Академия, 2005. – 128 с.
12. Гайдукевич, В.И. Справочник электромонтера строительной площадки / В.И. Гайдукевич, Я.В. Гайдукевич. – М.: АСВ, 2003. – 232 с.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

\_\_\_\_\_  
факультет

\_\_\_\_\_  
кафедра

**КУРСОВАЯ РАБОТА**

по дисциплине: «Инженерные сети и оборудование»

тема: «Электроснабжение строительной площадки»

№ варианта: \_\_\_\_\_

номер варианта (номер по журналу  
или последние две цифры номера  
зачетной книжки)

Исполнитель: \_\_\_\_\_

подпись

студент группы \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
ФИО студента

Руководитель: \_\_\_\_\_

подпись

\_\_\_\_\_  
степень, звание, должность,  
ФИО руководителя

Новополоцк 2008

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### Паспортные данные и технические характеристики строительного оборудования и механизмов

Наименование	Напряжение питания		Паспортная мощность $P_{пасп}$ , кВт	К-т мощности, $\cos \varphi$
	кол-во фаз	$U$ , В		
1	2	3	4	5
Экскаватор с электроприводом	3 фазн.	380	80	0,7
Краны башенные с поворотной платформой:				
КБ-100	3 фазн.	380/220	40	0,8
КБ-301, КБ-302	3 фазн.	380/220	34	0,72
КБ-1003	3 фазн.	380/220	41,5	0,77
МСК-10-20	3 фазн.	380/220	45	0,7
Simma GT-187-B-2,5	3 фазн.	380/220	49	0,9
Liebherr 63 LC	3 фазн.	380/220	22	0,85
СТТ 141/A-6 TS Terex	3 фазн.	380/220	22	0,9
Краны башенные с подъемной стрелой:				
КБ-160	3 фазн.	380/220	59,2	0,8
КБ-401	3 фазн.	380/220	58	0,72
КБ-405	3 фазн.	380/220	57	0,77
Краны башенные с балочной стрелой:				
КБ-308	3 фазн.	380/220	75	0,75
КБ-403	3 фазн.	380/220	61,5	0,8
КБ-403А	3 фазн.	380/220	110	0,85
КБ-502, КБ-503	3 фазн.	380/220	65,3	0,77
КБ-503А	3 фазн.	380/220	110	0,85
КБ-504	3 фазн.	380/220	115	0,9
Краны башенные приставные:				
КБ-675, КБ-676-1	3 фазн.	380/220	92	0,72
КБ-676	3 фазн.	380/220	95	0,77
КБ-676-3	3 фазн.	380/220	90	0,7
Автопогрузчик	3 фазн.	380	7	0,75
Вибропогружатель ЧТЗ	3 фазн.	380	40	0,8
Электропогрузчик кирпича ЭПК-100	3 фазн.	380	5,6	0,72
Цемент пушка СБ-13	3 фазн.	380	5,5	0,77
Растворонасос СО-48Б	3 фазн.	380	2,2	0,7
Растворонасос СО-49Б	3 фазн.	380	4	0,75
Растворонасос BMS Worker	3 фазн.	380	33,5	0,75
Штукатурный агрегат СО-57А	3 фазн.	380	5,25	0,8

Окончание табл.

1	2	3	4	5
Штукатурная станция Салют-2	3 фазн.	380	10	0,72
Окрасочный агрегат СО-74А	1 фазн.	220	3	0,77
Электрокраскопульт СО-61	1 фазн.	220	0,27	0,7
Агрегат для нанесения шпаклевки АНШ-15	1 фазн.	220	0,55	0,75
Шпаклевочный агрегат СО-150	1 фазн.	220	1,5	0,8
Компрессорная установка СО-7А	3 фазн.	380	4	0,72
Малярная станция СО-115	3 фазн.	380	40	0,77
Сварочный аппарат СТЭ-24	3 фазн.	380	54	0,7
Сварочный аппарат СТН-350	3 фазн.	380	25	0,75
Сварочный аппарат ТД-300	3 фазн.	380	20	0,8
Сварочный аппарат СТШ-500	3 фазн.	380	32	0,72
Сварочный аппарат ТДП-1	3 фазн.	380	12	0,77
Сварочный аппарат BlueWeld Omega 280	3 фазн.	380	8	0,7
Сварочный аппарат Telwin Moderna 170	1 фазн.	220	2,5	0,7
Сварочный аппарат Telwin Etronithy 600 СЕН	3 фазн.	380	32	0,7
Бетононасос	3 фазн.	380	45	0,7
Вибропогружатель свай	3 фазн.	380	22 – 95	0,75
Электровибратор	1 фазн.	220	1	0,8
Растворо-бетоносмеситель СБР-1200	3 фазн.	380	10	0,72
Растворо-бетоносмеситель СБР-800	3 фазн.	380	7,5	0,78
Растворо-бетоносмеситель BESAL-400/380В	3 фазн.	380	1,5	0,8
Краскопульт	1 фазн.	220	0,50	0,77
Электропрогрев бетона	3 фазн.	380	41	0,8
Электропрогрев бетона ТСДЗ-63/0,38 УЗ	3 фазн.	380	63	0,8
Электропрогрев грунта	3 фазн.	380	12 – 25	0,72
Электросушение	1 фазн.	220	10	0,77

Среднее значение коэффициентов спроса  $k_c$  для строительной площадки

Потребители	$k_c$	Потребители	$k_c$
Экскаваторы с электрооборудованием	0,6	Электропрогрев бетона, грунта	0,75
Растворные узлы	0,65	Наружное освещение	1
Краны	0,5	Внутреннее освещение (кроме складов)	1
Механизмы непрерывного транспорта	0,7	Внутреннее освещение складов	1
Сварочные устройства	0,4	Мастерские	0,65
Насосы, компрессоры, вентиляторы	0,8	Остальные	0,7
Ручной электроинструмент и переносные механизмы	0,4		

**Лампы и прожекторы (светильники) для наружного и внутреннего освещения**

Марка лампы	Тип лампы		Напряжение питания, $U$ , В	Мощность лампы $P_{л}$ , Вт	Тип прожектора (светильника) для установки лампы
Для общего равномерного и локализованного освещения					
Г220-200	ЛН	лампа накаливания	220	200	ПЗМ-25
Г220-500	ЛН	лампа накаливания	220	500	ПЗМ-35, ПЗС-35
ДРИ-700	ДРИ	лампа ртутная газоразрядная	220	700	ПЗС-45
ДРЛ-400	ДРЛ	лампа ртутная газоразрядная	220	400	ПЗС-45
ДКсТ-10000	ДКсТ	лампа ксеноновая	220	10000	СКсН-10000
КГ220-1000-5	КГ	лампа галогенная	220	1000	ПКН-1000-2
для внутреннего освещения					
В-220-40	ЛН	лампа накаливания	220	40	ППР-100
Б-220-100	ЛН	лампа накаливания	220	100	ППР-100
Б-220-150	ЛН	лампа накаливания	220	150	ППР-200

**Передвижные комплектные трансформаторные подстанции**

Тип	Мощность трансформатора, кВА	Напряжение на высокой стороне (ВН), кВ	Напряжение на низкой стороне (НН), кВ	Габаритные размеры, мм
ПКТП-40-У1	40	6 (10)	0,4 – 0,23	3310×1490×2315
ПКТП-63-У1	63	6 (10)	0,4 – 0,23	3310×1490×2315
ПКТП-100-У1	100	6 (10)	0,4 – 0,23	3310×1490×2315
ПКТП-250-У1	250	6 (10)	0,4 – 0,23	3310×1490×2315
ПКТП-400-У1	400	6 (10)	0,4 – 0,23	3360×1490×2315
ПКТП-630-У1	630	6 (10)	0,4 – 0,23	3480×1520×2315
ПКТП-1000-У1	1000	6 (10)	0,4 – 0,23	3800×2000×2315

**Технические характеристики  
комплектных трансформаторных подстанций строительного типа**

Тип	Мощность трансформатора, кВА	Напряжение на высокой стороне (ВН), кВ	Напряжение на низкой стороне (НН), кВ	Габаритные размеры, мм
СКТП-100/6(10)	100	6 (10)	0,4 – 0,23	2300×1700×2400
СКТП-160/6(10)	160	6 (10)	0,4 – 0,23	2760×1900×2630
СКТП-250/6(10)	250	6 (10)	0,4 – 0,23	2760×1900×2630

### Двухтрансформаторные подстанции

Тип	Мощность трансформатора, кВА	Напряжение на высокой стороне (ВН), кВ	Напряжение на низкой стороне (НН), кВ	Габаритные размеры, мм
2ПКТП-100-У1	100	6 (10)	0,4 – 0,23	3310×1490×2315
2ПКТП-250-У1	250	6 (10)	0,4 – 0,23	3310×1490×2315
2ПКТП-400-У1	400	6 (10)	0,4 – 0,23	3360×1490×2315

### Технические характеристики дизельных электростанций

Тип	Мощность, кВА	U, В	Габаритные размеры, мм
ЭСД-20-Т/400 М-С	20	380/220	5775×1910×2245
ГЕКО 30000 ED	24	380/220	2000×953×1134
ЭСД-30-Т/400 М-С	30	380/220	5750×1840×2475
ЭСД-50-Т/400 М-С	50	380/220	6240×2350×2670
ГЕКО 85000 ED	68	380/220	3000×1200×1366
ЭСД-75-Т/400 М-С	75	380/220	6750×2500×2860
ЭСД-100-Т/400 М-С	100	380/220	6940×2580×3290
ЭСДА-200-Т/400М-С	200	380/220	9545×2950×3100

Допустимый длительный ток для переносных шланговых легких и средних шнуров, переносных шланговых тяжелых кабелей, шахтных гибких шланговых, прожекторных кабелей и переносных проводов с **медными жилами**

Сечение токопроводящей жилы, мм <sup>2</sup>	Ток для шнуров, проводов и кабелей, А		
	одножильных	двухжильных	трехжильных*
2,5	40	33	28
4	50	43	36
6	65	55	45
10	90	75	60
16	120	95	80
25	160	125	105
35	190	150	130
50	235	185	160
70	290	235	200

\* Токи относятся к шнурам, проводам и кабелям с нулевой (четвертой) жилой и без нее.

Допустимый длительный ток для проводов и шнуров с резиновой или ПВХ изоляцией

Сечение токопроводящей жилы, мм <sup>2</sup>	Ток для проводов с жилами, А	
	медными	алюминиевыми
2,5	30	24
3	34	27
4	41	32
5	46	36
6	50	39
8	62	46
10	80	60
16	100	75
25	140	105
35	170	130

**Допустимый длительный ток для проводов и кабелей с **алюминиевыми** жилами  
с изоляцией и оболочкой**

Сечение токопроводящей жилы, мм <sup>2</sup>	Ток для проводов и кабелей, А			
	одножильных	двухжильных	трехжильных	четырёх- жильных
2,5	23	21	19	17
4	31	29	27	24
6	38	38	32	29
10	60	55	42	38
16	75	70	60	55
25	105	90	75	69
35	130	105	90	82
50	165	135	110	101
70	210	165	140	128
95	250	200	170	156

**Допустимый длительный ток для проводов и кабелей с **медными** жилами  
с изоляцией и оболочкой**

Сечение токопроводящей жилы, мм <sup>2</sup>	Ток для проводов и кабелей, А		
	одножильных	двухжильных	трехжильных*
2,5	30	27	25
4	41	38	35
6	50	50	42
10	80	70	55
16	100	90	75
25	140	115	95
35	170	140	120
50	215	175	145
70	270	215	180
95	325	260	220

\* Токи относятся к проводам и кабелям как с нулевой (четвертой) жилой, так и без нее.



## ПРИЛОЖЕНИЕ В

Директору \_\_\_\_\_

наименование организации  
электросетей

\_\_\_\_\_  
Ф.И.О.

### ЗАЯВКА

\_\_\_\_\_  
наименование организации заказчика

просит Вас решить вопрос о возможности присоединения к электрическим сетям электро-  
снабжения

Заявленная мощность составляет \_\_\_\_\_,

Требуемая категория надёжности электроснабжения \_\_\_\_\_

Характеристика присоединяемого  
объекта \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
максимальная мощность энергопринимающего устройств  
и его технические характеристики;

\_\_\_\_\_  
количество, мощность генераторов и присоединяемых к сети трансформаторов

Ответственный руководитель \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
подпись

Исполнитель \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
подпись

### АКТ СДАЧИ РЕЛЬСОВОГО ПУТИ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ (заземление пути)

\_\_\_\_\_  
наименование организации

«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 200\_\_ г.

Тип башенного крана \_\_\_\_\_

Длина рельсового пути \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Земляное полотно

Вид основного грунта \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Заземление пути

Конструкция заземления \_\_\_\_\_

Место расположения и длина  
заземления \_\_\_\_\_

Наименование и тип прибора для измерения сопротивления заземления \_\_\_\_\_

Данные измерений: \_\_\_\_\_

Место измерения \_\_\_\_\_

Сопротивление заземления, Ом \_\_\_\_\_

**Вывод:** заземление рельсового пути (удовлетворяет/неудовлетворяет) нормам

Заземление рельсового пути выполнил \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
(должность, фамилия, подпись)

Измерение сопротивления заземления  
выполнил \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
(должность, фамилия, подпись)

Рельсовый путь принял в эксплуатацию \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
(должность, фамилия, подпись)

**АКТ № \_\_\_\_\_**  
**освидетельствования скрытых работ, выполненных на строительстве**

\_\_\_\_\_ (наименование и место расположения объекта)  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 200\_\_ г.

Мы, нижеподписавшиеся:  
Ответственный представитель  
исполнителя работ

\_\_\_\_\_ (фамилия, инициалы, организация, должность)

Ответственный представитель  
технического надзора

\_\_\_\_\_ (фамилия, инициалы, организация, должность)

произвели осмотр работ, выполненных

\_\_\_\_\_ (наименование подрядчика (исполнителя работ))

и составили настоящий акт о нижеследующем:

1. К освидетельствованию предъявлены следующие работы

\_\_\_\_\_ (наименование скрытых работ)

2. Работы выполнены по проектно-сметной документации

\_\_\_\_\_ (наименование проектной организации, № чертежей и дата их составления или идентификационные параметры эскиза или записи в журнале авторского надзора)

3. При выполнении работ применены

\_\_\_\_\_ (наименование материалов, конструкций, изделий со ссылкой на паспорта

\_\_\_\_\_ или другие документы о качестве)

Исполнителем работ предъявлены следующие дополнительные доказательства соответствия работ предъявляемым к ним требованиям, приложенные (не приложенные) к настоящему акту

\_\_\_\_\_ (исполнительные схемы и чертежи, заключения лаборатории и т.п.)

4. При выполнении работ отсутствуют (или допущены) отклонения от проектно-сметной документации

\_\_\_\_\_ (при наличии отклонений указывается, кем согласованы, № чертежей и дата согласования)

5. Работы выполнены в соответствии с проектно-сметной документацией и требованиями действующих нормативных документов.

На основании изложенного разрешается производство последующих работ по устройству (монтажу):

\_\_\_\_\_ (наименование последующих работ и конструкций)

Ответственный представитель  
исполнителя работ (подрядчика)

\_\_\_\_\_ (подпись)

Ответственный представитель  
технического надзора

\_\_\_\_\_ (подпись)

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ .....	3
1.1. Назначение и порядок проектирования электроснабжения строительства .....	3
1.2. Общие методические указания .....	3
2. ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ И ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ .....	4
2.1. Общие требования к оформлению пояснительной записки курсовой работы .....	4
2.2. Построение пояснительной записки курсовой работы .....	5
2.3. Изложение текста пояснительной записки курсовой работы .....	6
2.4. Оформление приложений и иллюстраций пояснительной записки курсовой работы .....	8
2.5. Построение таблиц в пояснительной записке .....	9
2.6. Оформление графической части курсовой работы .....	10
3. УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАЗДЕЛОВ КУРСОВОЙ РАБОТЫ .....	11
3.1. Расчет мощности строительной площадки .....	11
3.2. Устройство электрической сети стройплощадки и изображение электрических сетей на стройгенплане .....	18
3.3. Расчет электрических сетей .....	26
3.4. Расчет контура искусственного защитного заземления .....	29
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	34
ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	35
ПРИЛОЖЕНИЕ Б .....	36
ПРИЛОЖЕНИЕ В .....	41

*Учебное издание*

АДАМОВИЧ Александр Леонидович

**ИНЖЕНЕРНЫЕ СЕТИ  
И ОБОРУДОВАНИЕ**

Методические указания  
к выполнению курсовой работы  
для студентов специальности 1-70 02 01  
«Промышленное и гражданское строительство»

Редактор *Т. А. Дарьянова*

---

Подписано в печать 8.12.08. Формат 60х84 1/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.  
Ризография. Усл. печ. л. 2,55. Уч.-изд. л. 2,42. Тираж 50 экз. Заказ 2091.

---

Издатель и полиграфическое исполнение –  
учреждение образования «Полоцкий государственный университет»

ЛИ № 02330/0133020 от 30. 04. 04

ЛП № 02330/0133128 от 27.05.04

211440, г. Новополоцк, ул. Блохина, 29